

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-021962

(43)Date of publication of application : 21.01.2000

(51)Int.Cl.

H01L 21/68
H02N 13/00

(21)Application number : 10-188382

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 03.07.1998

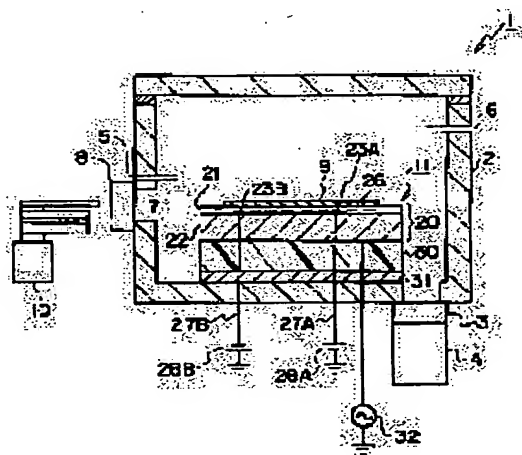
(72)Inventor : SETOYAMA HIDETSUGU
ISHIGURO KOJI
MURAKAMI HAJIME
SUGANO SEIICHIRO

(54) ELECTROSTATIC CHUCK DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To suppress deformations caused by thermal stresses.

SOLUTION: An electrostatic chuck 21, which a semiconductor wafer 9 is placed on a substrate placing surface 26 formed by a thin film dielectric layer, and a substrate 22 are provided, and the substrate 22 is constituted by an alumina composite material. The composition of the composite material on the side of the chuck 21 is formed by the material, having the thermal expansion coefficient approximating that of the chuck 21, and the composition on the side of a cooling block 20 is formed by a material, having the thermal expansion coefficient approximating that of a cooling block 30.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's]

BEST AVAILABLE COPY

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The electrostatic chuck by which it was formed by the dielectric layer of a thin film, and the adsorption side for adsorbing the candidate for adsorption was formed on this dielectric layer, At least one electrode which produces the charge for being laid under this electrostatic chuck and adsorbing the candidate for adsorption on the adsorption side of said electrostatic chuck by impression of direct current voltage, It has the base material which is inserted between said electrostatic chucks and cooling blocks, and supports said electrostatic chuck. According to coefficient of thermal expansion, divide the presentation of the ingredient inside said base material into plurality, and among said base materials, coefficient of thermal expansion is close to the coefficient of thermal expansion of said electrostatic chuck, and constitutes the presentation by the side of said electrostatic chuck. The electrostatic adsorber with which coefficient of thermal expansion is close to the coefficient of thermal expansion of said cooling block with adsorber, and comes to constitute the presentation by the side of said cooling block.

[Claim 2] The electrostatic adsorber according to claim 1 characterized by having the preheating means which carries out preheating of said base material.

[Claim 3] Said base material is an electrostatic adsorber according to claim 1 or 2 characterized by being the composite which made the ceramic system inorganic material mix into a metal.

[Claim 4] It is the electrostatic adsorber according to claim 1 or 2 characterized by a coefficient of thermal expansion coming gradually to change with the ratios of the ceramic system inorganic material with which the composite of each class is mixed into a metal by said base material coming to carry out two or more laminatings of the composite which made the ceramic system inorganic material mix into a metal.

[Claim 5] Said base material is an electrostatic adsorber according to claim 1 or 2 to which a presentation ratio is characterized by coming to change continuously or

gradually by change of the amount of spatters of a plural ion beam spatter.

[Claim 6] The surface interface of the base material which consists of said composite is an electrostatic adsorber according to claim 3 or 4 characterized by coming to be formed by the ion beam spatter method.

[Claim 7] The electrostatic adsorber according to claim 1, 2, 3, 4, 5, or 6 characterized by said electrostatic chuck and said base material coming to join through a metal.

[Claim 8] The adsorption side of said electrostatic chuck is an electrostatic adsorber according to claim 1, 2, 3, 4, 5, 6, or 7 characterized by thin film technique coming to be formed in a concave convex.

[Claim 9] The adsorption side of said electrostatic chuck is an electrostatic adsorber according to claim 8 characterized by coming to be formed by the ion milling method.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to an electrostatic adsorber and relates to a suitable electrostatic adsorber to carry out adsorption maintenance of a semi-conductor wafer, a liquid crystal substrate, other processed substrates, etc. according to an electrostatic operation especially in an etching system, ion implantation equipment, CVD (Chemical Vapor Deposition) equipment, a sputtering system, etc.

[0002]

[Description of the Prior Art] When carrying out membrane formation processing or carrying out processing processing of the wafer of a semi-conductor etc. by an etching system etc. using an etching system, a CVD system, etc., generally a wafer is laid on a substrate electrode holder. The electrostatic chuck is prepared in the substrate electrode holder, and this electrostatic chuck is well used as a device which carries out adsorption maintenance of the wafer with electrostatic attraction (Coulomb force). This electrostatic chuck is embedded into a wrap and a ceramic member with a thin dielectric film in both sides of the thin electrode which consists of electric conduction material, such as copper. And if direct current voltage is impressed to the electrode of an electrostatic chuck, forward or negative electrostatic charge will arise on the front face (front face by the side of the electrostatic chuck upper part) of the substrate installation side of an electrostatic chuck, and the substrate on a substrate installation side will be adsorbed with this electrostatic charge. As a dielectric film which constitutes this electrostatic chuck, ceramic ingredients, such as an aluminum oxide and aluminum nitride, are used well.

[0003] The support base material holding an electrostatic chuck is arranged at the electrostatic chuck bottom. It faces joining a support base material to an electrostatic chuck, and various kinds of approaches, such as manufacturing an electrostatic chuck

and a support base material by one, joining an electrostatic chuck on a support base material, or forming a direct thin film on a support base material like a spraying process, are proposed. The approach of forming an electrostatic chuck and a base material by one is good when there is no big heat input in a wafer, but if there are many heat inputs, the thermal stress by the temperature gradient of itself will tend to cause a crack of an electrostatic chuck. Also in the approach of joining to an electrostatic chuck on a base material, the cement tends to cause a crack of an electrostatic chuck, and peeling. Moreover, the membrane stress by the differential thermal expansion of an electrostatic chuck and a base material serves as a technical problem, and a spraying process also tends to cause a crack of an electrostatic chuck. Furthermore, though the base material itself is chosen as the ingredient of a coefficient of thermal expansion comparable as a dielectric film, there is difficulty in the manufacture approach, workability, etc.

[0004] It is unifying the adsorption section of an electrostatic chuck, and both of a support block with ceramic composite, and, specifically, the thing which the thermal stress by the difference in coefficient of linear expansion is eased [thing], and makes the addition rate of a conductive ingredient functionally-gradient-material-ize for compaction of adsorption and electric discharge time amount is proposed as indicated by JP,9-8114,A. However, thermal conductivity falls by forming a support block into ceramic composite, and it is hard coming to avoid the thermal stress in a process with many heat inputs from the plasma of CVD. Moreover, the joint material formed with the elastic body between the support blocks and the electrostatic chucks which are called a susceptor is prepared, and the thing aiming at relaxation of thermal stress is proposed as are indicated by JP,63-283037,A, and indicated by the thing and JP,6-283594,A which aimed at relaxation of thermal stress by inserting the elastic insulator film in the adsorption section (between ceramic sheet metal and support blocks). However, as for these things, a life is influenced with the junction approach of middle material, adhesives, etc. In addition, although [JP,4-34953,A / the thermally conductive high ingredient of a base material] it is indispensable and the equal thing of the coefficient of linear expansion of the electrode and the dielectric layer of a perimeter of the adsorption section is desirable, reference is not made about the relation of the linear expansion of these dielectric layers and a support block.

[0005] On the other hand, for an insulating thin film, although the thing of structure which set the ingredient of a different coefficient of linear expansion in two or more [-fold] is proposed in JP,6-204326,A, even if it adopts such structure, absorption of thermal stress becomes difficult with an insulating thin film as a substrate becomes an

elevated temperature. Moreover, in JP,6-260449,A, as a base material which is a support block, although the ingredient with the small difference of the coefficient of linear expansion and the coefficient of linear expansion of the ingredient which constitutes an electrostatic chuck is proposed, when using it in the state of an elevated temperature, reference is not made especially about own stress of a base material becoming a technical problem according to the temperature gradient inside a base material and the medium for cooling.

[0006] Moreover, although what forms the support base material in which an electrostatic chuck is made to form with a ceramic which serves as the same coefficient of linear expansion as electrostatic chuck material is proposed in JP,7-135246,A, reference is not made about a thermally conductive problem and relation with the support block which cools a support block being important like what was mentioned above. In addition, although the thing of structure which doubled coefficient of linear expansion in JP,8-8330,A, JP,7-297267,A, JP,9-172054,A, JP,9-82788,A, etc., respectively is proposed, the same trouble as what also mentioned these above is included.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] With the conventional technique, junction or dielectric material is not enough considered with elevated-temperature-izing of membrane formation processes, such as CVD, about the ceramic member for a dielectric layer of an electrostatic chuck breaking by the difference in both coefficient of linear expansion, if the dielectric material for electrostatic chucks and a base material are unified or a base material is made to cover dielectric material and a base material.

[0008] The magnitude of the electrostatic chuck which lays a substrate also becomes large, hauling by the differential thermal expansion for a joint of an electrostatic chuck and a support base material, deformation, the stress concentration of an edge, etc. pose a big problem, and, specifically, it becomes easy to separate as wafer size becomes large with 12 inches from 8 inches with enlargement of substrate size in recent years. In a treatment process into which a bigger heating value than a plasma side flows still like CVD or a spatter, in order to avoid the deformation and stress concentration by own internal thermal stress of a base material by the front flesh-side temperature gradient, it is obliged to also secure the heat transfer engine performance.

[0009] If bond strength of the adhesives to join is made low on the other hand or the cementing material of a low-melt point point is used, in a repeat treatment process, a plane of composition will become easy to separate and the life of a product will become short. Moreover, in composite-ization, although ceramic die materials are mixed in

aluminum material in many cases, difficulty is in the workability.

[0010] The purpose of this invention is to offer the electrostatic adsorber which can control deformation by thermal stress.

[0011]

[Means for Solving the Problem] The electrostatic chuck by which this invention was formed by the dielectric layer of a thin film, and the adsorption side for adsorbing the candidate for adsorption was formed on this dielectric layer in order to attain said purpose, At least one electrode which produces the charge for being laid under this electrostatic chuck and adsorbing the candidate for adsorption on the adsorption side of said electrostatic chuck by impression of direct current voltage, It has the base material which is inserted between said electrostatic chucks and cooling blocks, and supports said electrostatic chuck. According to coefficient of thermal expansion, divide the presentation of the ingredient inside said base material into plurality, and among said base materials, coefficient of thermal expansion is close to the coefficient of thermal expansion of said electrostatic chuck, and constitutes the presentation by the side of said electrostatic chuck. The electrostatic adsorber with which coefficient of thermal expansion is close to the coefficient of thermal expansion of said cooling block with an adsorber, and comes to constitute the presentation by the side of said cooling block is constituted.

[0012] It faces constituting said electrostatic adsorber and the following elements can be added. (1) It has the preheating means which carries out preheating of said base material.

[0013] (2) Said base material is the composite which made the ceramic system inorganic material mix into a metal.

[0014] (3) Said base material comes to carry out two or more laminatings of the composite which made the ceramic system inorganic material mix into a metal, and a coefficient of thermal expansion comes gradually to change with the ratios of the ceramic system inorganic material with which the composite of each class is mixed into a metal.

[0015] (4) Said base material comes to change with change of the amount of spatters of a plural ion beam spatter continuously [a presentation ratio] or gradually.

[0016] (5) It comes to form the surface interface of the base material which consists of said composite by the ion beam spatter method.

[0017] (6) Said electrostatic chuck and said base material come to join through a metal.

[0018] (7) Thin film technique comes to form the adsorption side of said electrostatic chuck in a concave convex.

[0019] (8) It comes to form the adsorption side of said electrostatic chuck by the ion milling method.

[0020] While dividing the presentation of the ingredient inside a base material into plurality according to coefficient of thermal expansion and making the coefficient-of-linear-expansion property of the part near the dielectric film of a base material become a value near a dielectric film according to the above mentioned means While being able to control deformation by the heating value which passes through the inside of a base material in order to carry out inclination functionalization of the ingredient presentation inside a base material so that the coefficient-of-linear-expansion property by the side of the cooling block of a base material may become a value near the property of a cooling block On the whole, the thermal stress by the temperature gradient of an electrostatic chuck and a base material and the thermal stress by the temperature gradient of a base material and a cooling block can also be eased, and the substrate for adsorption can be held in the condition of having been stabilized also about the process a big heat input is expected to be. Moreover, by carrying out the remaining heat of the base material beforehand with preheating means, such as a heater, the temperature change by the heat input from the candidate for adsorption can be reduced, the difference of the amount of thermal expansion of a dielectric film and a base material can be lessened, and the stress concentration accompanying a temperature change can be reduced.

[0021]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, 1 operation gestalt of this invention is explained based on a drawing.

[0022] Drawing 1 is the important section sectional view showing 1 operation gestalt of this invention. In drawing 1, the electrostatic adsorber 20 is formed for example, in the vacuum processing chamber 2 (it abbreviates to a chamber 2 below.) of the process processor 1 used as plasma-CVD equipment. The chamber 2 is formed in the core box using an aluminum containing alloy, stainless steel, etc. Evacuation pumps, such as a turbo molecular pump, are formed in the pars basilaris ossis occipitalis of a chamber 2 with the sluice valve 3, and evacuation of the inside of a chamber 2 is carried out with the evacuation pump 4. The gas inlets 5 and 6 for gas supply are formed in the upper part of a chamber 2, and nitrogen etc. is introduced as gas SiH_4 , O_2 , and for a purge as gas for a reaction from gas inlets 5 and 6 in a chamber 2. Moreover, the opening 7 for carrying in the semi-conductor wafer 9 in a chamber 2 and a sluice valve 8 are formed in the side face of a chamber 2. When a sluice valve 8 opens and closes opening 7 and a sluice valve 8 is opened, the semi-conductor wafer 9 is carried in in a chamber 2 through

opening 7 by the vacuum robot 10 which is a vacuum conveyance device. And the carried-in semi-conductor wafer 9 is laid on the substrate electrode holder 11 to which the electrostatic adsorption device was attached, and adsorption maintenance is carried out.

[0023] The substrate electrode holder 11 is equipped with the electrostatic adsorber 20 and the cooling block 30, and is constituted, and the cooling block 30 is being fixed to the pars basilaris ossis occipitalis of a chamber 2 through the insulating material 31. The electrostatic adsorber 20 is equipped with the electrostatic chuck 21 and the base material 22, a base material 22 is joined to the pars-basilaris-ossis-occipitalis side of the electrostatic chuck 21, and the cooling block 30 for cooling the heating value heated to a base material 22 at the pars-basilaris-ossis-occipitalis side of a base material 22, for example, the heating value of a plasma treatment process, is joined.

[0024] The electrostatic chuck 21 is joined to one through the metallizing section 37 on the base material 22, as shown in drawing 2. It faces forming this electrostatic chuck 21, and a dielectric film 24 is first formed for an alumina system ceramic ingredient in the shape of a thin film in a spraying process etc. on a base material 21. On this dielectric film 24, the electrodes 23A and 23B of the pair of the shape of a thin film by conductive ingredients, such as copper, are formed. Furthermore, the dielectric film 25 of the same ingredient as a dielectric film 24 is formed in the shape of a thin film on it. The substrate adsorption side 26 is formed in the front face of a dielectric film 25 as an adsorption side for adsorbing the semi-conductor wafer 9 used as the candidate for adsorption. That is, since the semi-conductor wafer 9 is directly laid in the front face of a dielectric film 25, processing which forms the gap 36 for enclosing the gas for substrate heat transfers between [other than data smoothing] the semi-conductor wafer (substrate) 9 and a dielectric film 25 is performed in the front face of a dielectric film 25. This gap 36 is formed according to the pattern 35 of the shape of the shallow groove for enclosing the gas for cooling, or stripes. Since spacing of the depth of flute by this pattern 35 or stripes, height, etc. influence greatly the heat transfer cooling engine performance of an electrostatic adsorption device with the gas for cooling, for example, the gas pressure of helium, they need to set up the configuration of a pattern 35 in consideration of these things.

[0025] It is formed in the shape of a ctenidium, respectively, and each ctenidium is arranged by turns, one electrode 23A is pulled out by the exterior of a chamber 2 through lead 27A for installation, and each electrodes 23A and 23B are connected to the plus electrode of DC-power-supply 28A. Electrode 23B of another side is pulled out by the exterior of a chamber 2 through lead 27B for installation, and is connected to the

minus electrode of DC power supply 28B. If direct current voltage is impressed to each electrodes 23A and 23B from DC power supplies 28A and 28B, respectively, positive charge will arise in one electrode 23A, and a negative charge will arise in electrode 23B of another side. And if the semi-conductor wafer 9 is laid on the substrate installation side 26 of the electrostatic chuck 21, a current will flow the inside of the semi-conductor wafer 9 by forward negative charge, and adsorption maintenance of the semi-conductor wafer 9 will be carried out by Coulomb force on the substrate installation side 26 as this result. In addition, a single electrode can also be used, without using the electrode of a positive/negative pair as an electrode. Moreover, in plasma-CVD equipment etc., when electrostatic adsorber 20 the very thing which has the electrostatic chuck 21 serves as a lower electrode and a part of chamber 2 serves as an opposite up electrode, this lower electrode is connected to RF generator 32.

[0026] Moreover, in this operation gestalt, the alumina system ceramics which mixed other metals or a metallic oxide, the ceramics, etc. in the alumina (aluminum $2O_3$) is used as a dielectric film of the electrostatic chuck 21. When the substrate installation side 26 is formed using the alumina system ceramics, this reason has the large proper contact resistance value (ohm-cm) of the semi-conductor wafer (silicon wafer) 9, and is because the resistivity for acquiring the electrostatic adsorption power of business is obtained even when a conductive particle and the particle for resistance adjustment are included.

[0027] Moreover, it faces forming a pattern 35 on a dielectric film 25, and it is necessary to take the following things into consideration. That is, it is necessary to make homogeneity conduct the heat input of the semi-conductor wafer 9 through the gas cooling device between the semi-conductor wafer 9 and a base material 22, and heat conduction of the electrostatic chuck 21 and a base material 22. However, if the semi-conductor wafer 9 diameter [of macrostomia] -izes, deformation of semi-conductor wafer 9 self, deformation of a base material 22, etc. will become remarkable, and the need of cooling to homogeneity will become difficult. And although it becomes effective to make the gap 36 for gas cooling as narrow as possible in order to perform heat conduction efficiently, in the case of the diameter of macrostomia, the precision is remarkably bad, and uniform processing is next to impossible by approaches, such as the conventional machining and a glass bead shot. Since the repeatability and the model difference of an electrostatic adsorption device are also influenced greatly, in order to raise the precision of a pattern 35, as for this, it is effective to form a pattern 35 by the thin film device, or to form it by the ion beam milling method.

[0028] On the other hand, in order to carry out heat transfer cooling of the heat input

from the semi-conductor wafer 9 at the cooling block 30, a base material 22 not only serves as the support base of the electrostatic chuck 21, but is joined to the cooling block 30 through the metal 34. For this reason, the function to make the thermal stress by the temperature gradient of a base material 22 and the cooling block 30 ease as a base material 22 besides the function to make the thermal stress of a base material 22 and the electrostatic chuck 21 ease is required. Furthermore, it is necessary to also have the reinforcement as the structure which prevents the deformation strain accompanying thermal stress and unbalance. For this reason, it faces constituting a base material 22 and it is necessary to take into consideration the point mentioned above.

[0029] If there is an about two 10 W/cm heat input in the semi-conductor wafer 9 and process temperature of the semi-conductor wafer 9 is specifically made into 350 degrees C in the case of plasma CVD etc., although the temperature of electrostatic chuck 21 front face at the time of gas cooling is based also on the thermal conductivity of helium gas cooling section, it will become about 250-350 degrees C. In such a condition, several 100 microns and since the dielectric films 24 and 25 of the electrostatic chuck 21 are thin, they do not have the effect by temperature as low [the temperature gradient of a front flesh side] as about several 10 degrees. However, the part of a base material 22 is in an ordinary temperature condition at the beginning, and since heat capacity is large, temperature does not immediately go up it by the heat input from the semi-conductor wafer 9. That is, in an initial state, in order that the temperature of the electrostatic chuck 21 and a base material 22 may not go up in parallel, both temperature gradient becomes large and the thermal stress between both increases rapidly. For this reason, the approach of heating base material 22 part beforehand using heating means, such as a heater, can be adopted, and both temperature gradient can be made small. On the other hand, if the temperature of the electrostatic chuck 21 and a base material 22 other than the temperature gradient of a base material 22 and the electrostatic chuck 21 goes up, the thermal expansion by the coefficient of thermal expansion of a proper will be produced, respectively, and thermal stress will occur according to the difference of the thermal expansion.

[0030] Then, suppose the base material 22 that the composite material of an aluminum system is created as the base in this operation gestalt. That is, when a base material 22 is constituted from an aluminum gold group, the coefficient of thermal expansion of an aluminum gold group and thermal conductivity are 23×10^{-6} , 200 W/mdegrees C, respectively. On the other hand, the coefficient of thermal expansion of the alumina film as dielectric films 24 and 25 of the electrostatic chuck 21 and thermal conductivity are 8×10^{-6} and about 30 W/mdegree C, respectively, and there is a

coefficient of thermal expansion difference among both. And it is better considering the thermal conduction engine performance, to make thin the alumina film 24 and 25 of the electrostatic chuck 21. For this reason, if a base material 22 is constituted from an aluminum gold group and the alumina film 25 of the electrostatic chuck 21 is formed thinly, as for membrane stress, even about 100-degree C temperature gradient will become 100kg/cm², and the alumina film (dielectric film) will separate.

[0031] Then, in this operation gestalt, in order to make small the difference of the coefficient of thermal expansion of a base material 22 and the electrostatic chuck 21, the fine grain of about several microns SiC is made to mix in a base material 22, and it is supposed that a base material 22 is constituted with composite. A base material 22 is faced constituting as composite which made the aluminum gold group the subject, SiC can be made to be able to mix in dissolution aluminum, or the approach of making dissolution aluminum pressing fit into the SiC ceramics can be adopted. In this case, an average coefficient of thermal expansion is obtained with the ratio which mixes a metallic oxide and the ceramics into an aluminum gold group. For example, if SiC is mixed about 50%, the coefficient of thermal expansion of composite will be set to about 14×10^{-6} , and if it mixes about 70%, it will become about 8×10^{-6} . If the dielectric films 24 and 25 of the electrostatic chuck 21 and the temperature of a base material 22 rise to about 200 degrees C when SiC is mixed 50%, it will become membrane stress 100kg/cm² or more by both differential thermal expansion. Therefore, it is required to decide the upper limit of the temperature of the electrostatic chuck 21, or to decide the ratio of the ingredient to mix with the temperature of the semi-conductor wafer 9 of the process to be used. However, if the ratio of SiC becomes not much high, if it is [compound] hard coming-izing, similarly workability will also get very bad, or thermal conductivity will also fall.

[0032] Then, in this operation gestalt, it is characterized by dividing the presentation of the ingredient of the base material 22 interior into plurality according to coefficient of thermal expansion (coefficient of thermal expansion), coefficient of thermal expansion being close to the coefficient of thermal expansion of the electrostatic chuck 21, and constituting as a presentation by the side of the electrostatic chuck 21, among base materials 22, and coefficient of thermal expansion being close to the coefficient of thermal expansion of the cooling block 30, and constituting as a presentation by the side of the cooling block 30.

[0033] He specifically makes about into 10×10^{-6} the coefficient of thermal expansion of composite 22A by the side of the base material 22 joined to the dielectric film 24 of the electrostatic chuck 21, and is trying to ease the stress which acts among both. The

coefficient of thermal expansion of composite 22B furthermore joined to composite 22A is made about into 14×10^{-6} , and the coefficient of thermal expansion of composite 22C joined to composite 22B is made about into 18×10^{-6} . That is, since the laminating of the three composites 22A, 22B, and 22C is carried out, they are constituted, and the base material 22 is constituted so that the coefficient of thermal expansion of each composites 22A, 22B, and 22C may change gradually, it can ease the thermal stress of the base material 22 interior. Moreover, since the coefficient of thermal expansion of composite 22C joined to the cooling block 30 which consisted of aluminum is about 18×10^{-6} , the thermal stress by the differential thermal expansion of composite 22C and the cooling block 30 can also be reduced.

[0034] Thus, in this operation gestalt, since the base material 22 was constituted from two or more composites 22A, 22B, and 22C with which coefficient of thermal expansion differs, the coefficient of thermal expansion was close to the coefficient of thermal expansion of the electrostatic chuck 21, and constituted the presentation of composite 22A, and coefficient of thermal expansion was close to the coefficient of thermal expansion of the electrostatic block 30 and constituted the presentation of composite 22C, heat deformation of base material 22 self and secular change can be reduced. For this reason, even if the electrostatic adsorber 20 is used in the comparatively hot ambient atmosphere which is 200-300 degrees C, it can be equal to use of a repeat, and even if the semi-conductor wafer 9 is the thing of the diameter of macrostomia and is constituted 8 inches, 10 etc. inches, etc., improvement in endurance can be aimed at.

[0035] Moreover, since base material 22 itself consists of aluminum systems, as for thermal conductivity, becoming a problem comparatively has few base materials 22. However, when a base material 22 is formed with a ceramic system ingredient, there is a possibility that the heat conductivity may break out [the big internal stress in a big temperature gradient arising between a base material 22 and the cooling block 30, since it is small] compared with an aluminum system. For example, if the heat input of 100 W/cm² is cooled through the alumina composite of thermal conductivity 30 W/cm², the temperature of a base material 22 will become 100 degrees C.

[0036] Moreover, as it faces constituting a base material 22 and is shown in drawing 3, as the same thing as Composites 22A, 22B, and 22C, a coefficient of thermal expansion can manufacture Composites 38A, 38B, and 38C according to an individual, and can also adopt the configuration which carries out the laminating of each composites 38A-38C, and is joined mutually. However, it is necessary to take care that the processing temperature of cement, for example, a low agent, does not leave residual thermal stress to base material 22 self.

[0037] Moreover, when the flow stress by the temperature gradient of a base material 22 and the cooling block 30 cannot be disregarded, the groove slit 39 can be formed in composite 38B, and the stress by the temperature gradient of a base material 22 and the cooling block 30 can also be made to ease.

[0038] Moreover, instead of pouring cooling water to the cooling water 33 of the cooling block 30, the approach of pouring warm water and making the stress by the temperature gradient with a base material 22 easing can also be made to adopt.

[0039] Moreover, in said operation gestalt, a copper system ingredient also with a coefficient of thermal expansion smaller than aluminum can also be used as an ingredient of the cooling block 30. In this case, composite 38B of a base material 22 is also omissible.

[0040] Moreover, a thing [a thing] combine low expansion coefficient ingredients, such as titanium, and other ingredients, and the coefficient of thermal expansion inside a base material changes base material 22 self instead of aluminum system composite gradually and which uses it, carrying out inclination functionalization is also possible. Any case can make the difference by deformation and expansion ease for oneself [base material 22] with heat.

[0041] Moreover, as it faces forming a base material 22 with composite and is shown in drawing 5 , a base material 22 can be manufactured with accurate composite by changing uniquely the presentation ratio of the sputtered particles which disperse from each targets 53 and 54 continuously or gradually by controlling the ion current of each ion sources 51 and 52 using the ion sources 51 and 52 for spatters arranged at the both sides of the ion source 50 for assistance. In this case, the surface interface of the base material 22 which consists of composite will be formed by the ion beam spatter method.

[0042] When forming the concave convex by the pattern 35 in the front face of the electrostatic chuck 21, accurate surface treatment becomes possible by using thin film technique, for example, the ion milling method. For example, as shown in drawing 6 , an ion beam 40 is irradiated on the front face of the electrostatic chuck 21 from the ion source of the ion milling system used for etching for liquid crystal large area plates, or ceramic processing for the magnetic heads. this -- the time -- electrostatic -- a chuck -- 21 -- a front face -- **** -- a pattern -- 35 -- having followed -- a resist -- 41 -- applying -- having -- **** -- an ion beam -- 40 -- an exposure -- a resist -- 41 -- a part -- 41 -- ' -- electrostatic -- a chuck -- 21 -- a part -- 21 -- ' -- removing -- having -- electrostatic -- a chuck -- 21 -- a front face -- **** -- adsorption -- a field -- precision -- good -- forming -- having .

[0043]

[Effect of the Invention] As explained above, according to this invention, the presentation of the ingredient inside a base material is divided into plurality according to coefficient of thermal expansion. Since coefficient of thermal expansion was close to the coefficient of thermal expansion of an electrostatic chuck, and constituted, it was close to the coefficient of thermal expansion of coefficient of thermal expansion's cooling block of the presentation by the side of a cooling block and the presentation by the side of an electrostatic chuck was constituted among base materials, Deformation by thermal stress can be controlled, and even if the candidate for adsorption becomes large-sized, improvement in endurance can be aimed at.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the important section sectional view showing 1 operation gestalt of this invention.

[Drawing 2] It is the important section sectional view of an electrostatic adsorber.

[Drawing 3] It is the sectional view showing other operation gestalten of a base material.

[Drawing 4] It is the sectional view showing other operation gestalten of a base material.

[Drawing 5] It is a block diagram for explaining the manufacture approach of a base material.

[Drawing 6] It is drawing for explaining the surface treatment approach of an electrostatic chuck.

[Description of Notations]

- 1 Process Processor
- 2 Vacuum Processing Chamber
- 3 Sluice Valve
- 4 Evacuation Pump
- 5 Six Gas inlet
- 9 Semi-conductor Wafer
- 10 Vacuum Robot
- 20 Electrostatic Adsorber
- 21 Electrostatic Chuck
- 22 Base Material
- 23A, 23B Electrode
- 26 Substrate Adsorption Side
- 28A, 28B DC power supply

[Translation done.]

引用例 5 の写し

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-21962

(P2000-21962A)

(43) 公開日 平成12年1月21日 (2000.1.21)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テマコード (参考)

H 0 1 L 21/68

H 0 1 L 21/68

R 5 F 0 3 1

H 0 2 N 13/00

H 0 2 N 13/00

D

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号

特願平10-188382

(22) 出願日

平成10年7月3日 (1998.7.3)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 瀬戸山 英嗣

茨城県日立市国分町一丁目1番1号 株式会社日立製作所国分工場内

(72) 発明者 石黒 浩二

茨城県日立市国分町一丁目1番1号 株式会社日立製作所国分工場内

(74) 代理人 100066979

弁理士 鶴沼 良之

最終頁に続く

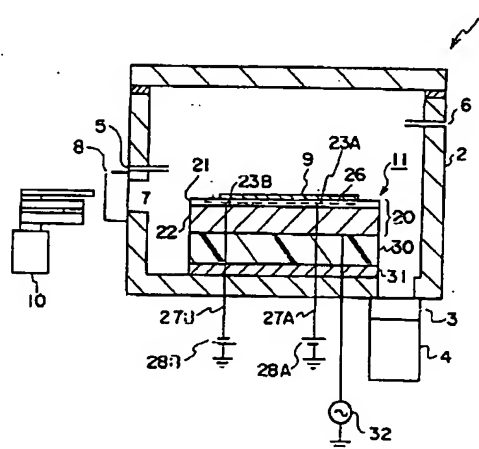
(54) 【発明の名称】

静電吸着装置

(57) 【要約】

【課題】 熱応力による変形を抑制すること。

【解決手段】 薄膜の誘電体層で形成されて基板載置面26に半導体ウエハ9が載置される静電チャック21と、静電チャック21に接合された基材22を備え、基材22をアルミナ系の複合材で構成し、複合材のうち静電チャック21側の組成を熱膨張率が静電チャック21の熱膨張率に近いもので構成し、冷却ブロック21側の組成を熱膨張率が冷却ブロック30の熱膨張率に近いもので構成する。



- 1 : プロセス処理装置
- 2 : 真空処理チャンバ
- 3 : 半導体ウエハ
- 20 : 静電吸着装置
- 21 : 静電チャック
- 22 : 基材
- 30 : 冷却ブロック

【特許請求の範囲】

【請求項1】 薄膜の誘電体層で形成されてこの誘電体層上に吸着対象を吸着するための吸着面が形成された静電チャックと、この静電チャックに埋設されて直流電圧の印加により前記静電チャックの吸着面上に吸着対象を吸着するための電荷を生じさせる少なくとも1つの電極と、前記静電チャックと冷却ブロックとの間に挿入されて前記静電チャックを支持する基材とを備え、前記基材内部の材料の組成を熱膨張率に従って複数に分け、前記基材のうち前記静電チャック側の組成を熱膨張率が前記静電チャックの熱膨張率に近いもので構成し、前記冷却ブロック側の組成を熱膨張率が前記冷却ブロックの熱膨張率に近いもので構成してなる静電吸着装置。

【請求項2】 前記基材を予備加熱する予備加熱手段を備えていることを特徴とする請求項1記載の静電吸着装置。

【請求項3】 前記基材は、金属中にセラミックス系無機材料を混入させた複合材であることを特徴とする請求項1または2記載の静電吸着装置。

【請求項4】 前記基材は、金属中にセラミックス系無機材料を混入させた複合材を複数積層してなり、各層の複合材は、金属中に混入されるセラミックス系無機材料の比率により熱膨張係数が段階的に変化してなることを特徴とする請求項1または2記載の静電吸着装置。

【請求項5】 前記基材は、多元イオンビームスパッタのスパッタ量の変化により、組成比が連続的あるいは段階的に変化してなることを特徴とする請求項1または2記載の静電吸着装置。

【請求項6】 前記複合材からなる基材の表面界面はイオンビームスパッタ法で形成されてなることを特徴とする請求項3または4記載の静電吸着装置。

【請求項7】 前記静電チャックと前記基材とが金属を介して接合してなることを特徴とする請求項1、2、3、4、5または6記載の静電吸着装置。

【請求項8】 前記静電チャックの吸着面は薄膜技法により凹凸面で形成されてなることを特徴とする請求項1、2、3、4、5、6または7記載の静電吸着装置。

【請求項9】 前記静電チャックの吸着面はイオンミリング法で形成されてなることを特徴とする請求項8記載の静電吸着装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、静電吸着装置に係り、特に、エッチング装置やイオン注入装置、CVD (Chemical Vapor Deposition) 装置、スパッタリング装置などにおいて、半導体ウエハや液晶基板、その他被処理基板などを静電作用により吸着保持するに好適な静電吸着装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 半導体のウエハなどをエッチング装置や

CVD装置などを用いて成膜処理したり、エッチング装置などで加工処理したりする場合、ウエハは一般に基板ホルダー上に載置される。基板ホルダーには静電チャックが設けられており、この静電チャックは、ウエハを静電引力(クーロン力)により吸着保持する機構としてよく用いられている。この静電チャックは、銅などの導電材からなる薄い電極の両面を薄い誘電体膜で覆うか、セラミックス部材中に埋め込まれるようになっている。そして静電チャックの電極に直流電圧が印加されると、静電チャックの基板載置面の表面(静電チャック上部側の表面)に正または負の静電荷が生じ、この静電荷により基板載置面上の基板を吸着するようになっている。この静電チャックを構成する誘電体膜としては、酸化アルミニウムや窒化アルミニウムなどのセラミックス材料がよく用いられている。

【0003】 静電チャックの下側には、静電チャックを保持する支持基材が配置されている。静電チャックと支持基材を接合するに際しては、静電チャックと支持基材とを一体で製作したり、支持基材上に静電チャックを接合させたり、あるいは溶射法などのように支持基材の上に直接薄膜を形成したりするなど各種の方法が提案されている。静電チャックと基材とを一体で形成する方法は、ウエハに大きな入熱がない場合はよいが、入熱が多いと、それ自身の温度差による熱応力が静電チャックの割れの原因となりやすい。基材上に静電チャックと接合させる方法も、その接合剤が静電チャックの割れ、はがれの原因となりやすい。また溶射法も静電チャックと基材との熱膨張差による膜応力が課題となり静電チャックの割れの原因となりやすい。さらに、基材そのものを誘電体膜と同程度の熱膨張率の材料に選んだとしても、その製作方法や加工性などに難がある。

【0004】 具体的には、特開平9-8114号公報に記載されているように、静電チャックの吸着部と支持ブロックの両者をセラミックス複合材で一体化することで、線膨張率の違いによる熱応力を緩和し、かつ、吸着、除電時間の短縮のために、導電性材料の添加割合を傾斜機能材料化させるものが提案されている。しかし、支持ブロックともセラミックス複合材化することで熱伝導性が低下し、CVDのプラズマからの入熱が多いプロセスでは、その熱応力を回避しにくくなる。また特開昭63-283037号公報に記載されているように、吸着部(セラミックス薄板と支持ブロックとの間)に弾性絶縁体膜を挿入することで熱応力の緩和を図るようにしたものの、特開平6-283594号公報に記載されているように、サセプタと称する支持ブロックと静電チャックとの間に弾性体で形成した接合部材を設け、熱応力の緩和を図るようにしたものが提案されている。しかし、これらのものは中間材の接合方法や接着剤などで寿命が左右される。なお、特開平4-34953号公報では、基材の熱伝導性の高い材料が不可欠で、かつ吸着部の電

極と、その周囲の誘電体層の線膨張率は等しいことが望ましいとしているが、これら誘電体層と支持ブロックの線膨張の関係については言及されていない。

【0005】一方、特開平6-204326号公報では、異なる線膨張係数の材料を複数重ね合わせた構造のものを提案しているが、このような構造を採用しても、絶縁薄膜のため、基板が高温になるにしたがって絶縁薄膜では熱応力の吸収が困難になる。また特開平6-260449号公報では、支持ブロックである基材として、その線膨張率と静電チャックを構成する材料の線膨張係数との差が小さい材料を提案しているが、高温状態で使用する場合に、基材と冷却用媒体との内部の温度差によって基材自身の応力が課題になることについては特に言及されていない。

【0006】また、特開平7-135246号公報では、静電チャックを形成させる支持基材を、静電チャック材と同じ線膨張係数となるようなセラミックで形成するものを提案しているが、上述したものと同様、熱伝導性の問題、支持ブロックを冷却する支持ブロックとの関係が重要であることについては言及されていない。その他、特開平8-8330号公報、特開平7-297267号公報、特開平9-172054号公報、特開平9-82788号公報などにおいてそれぞれ線膨張係数を合わせた構造のものを提案しているが、これらも上述したものと同様の問題点を含んでいる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】従来技術では、静電チャック用誘電体材と基材とを一体化したり、誘電体材と基材とを接合もしくは誘電体材を基材に被覆させたりすると、CVDなどの成膜プロセスの高温化に伴って、両者の線膨張率の違いにより、静電チャックの誘電体層部分のセラミック部材が割れることについては十分配慮されていない。

【0008】具体的には、近年、基板サイズの大変に伴い、ウエハサイズが8インチから12インチと大きくなるにしたがい、基板を載置する静電チャックの大きさも大きくなり、静電チャックと支持基材との接合部分の熱膨張差による引っ張りや変形、端部の応力集中などが大きな問題となり、剥がれやすくなる。さらにCVDやスパッタのようにプラズマ側より大きな熱量が流入するような処理プロセスでは、表裏温度差による基材自身の内部熱応力による変形や応力集中を回避するために、伝熱性能も確保することが余儀なくされている。

【0009】一方、接合する接着剤の接着強度を低くしたり、低融点の接合材料を用いたりすると、繰り返し処理プロセスにおいて、接合面が剥がれやすくなり、製品の寿命が短くなる。また複合材化では、アルミ材にセラミックス型材料を混入することが多いが、その加工性に難がある。

【0010】本発明の目的は、熱応力による変形を抑制

することができる静電吸着装置を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するために、本発明は、薄膜の誘電体層で形成されてこの誘電体層上に吸着対象を吸着するための吸着面が形成された静電チャックと、この静電チャックに埋設されて直流電圧の印加により前記静電チャックの吸着面上に吸着対象を吸着するための電荷を生じさせる少なくとも1つの電極と、前記静電チャックと冷却ブロックとの間に挿入されて前記静電チャックを支持する基材とを備え、前記基材内部の材料の組成を熱膨張率に従って複数に分け、前記基材のうち前記静電チャック側の組成を熱膨張率が前記静電チャックの熱膨張率に近いもので構成し、前記冷却ブロック側の組成を熱膨張率が前記冷却ブロックの熱膨張率に近いもので構成してなる静電吸着装置を構成したものである。

【0012】前記静電吸着装置を構成するに際しては、以下の要素を付加することができる。(1)前記基材を予備加熱する予備加熱手段を備えている。

【0013】(2)前記基材は、金属中にセラミックス系無機材料を混入させた複合材である。

【0014】(3)前記基材は、金属中にセラミックス系無機材料を混入させた複合材を複数積層してなり、各層の複合材は、金属中に混入されるセラミックス系無機材料の比率により熱膨張係数が段階的に変化してなる。

【0015】(4)前記基材は、多元イオンビームスパッタのスパッタ量の変化により、組成比が連続的あるいは段階的に変化してなる。

【0016】(5)前記複合材からなる基材の表面界面はイオンビームスパッタ法で形成されてなる。

【0017】(6)前記静電チャックと前記基材とが金属を介して接合してなる。

【0018】(7)前記静電チャックの吸着面は薄膜技法により凹凸面で形成されてなる。

【0019】(8)前記静電チャックの吸着面はイオンミリング法で形成されてなる。

【0020】前記した手段によれば、基材内部の材料の組成を熱膨張率にしたがって複数に分け、基材の誘電体膜に近い部分の線膨張率特性を誘電体膜に近い値になるようにするとともに、基材の冷却ブロック側の線膨張率特性は冷却ブロックの特性に近い値になるように、基材内部の材料組成を傾斜機能化するようにしたため、基材中を通過する熱量による変形を抑制することができる。とともに、静電チャックと基材との温度差による熱応力および基材と冷却ブロックとの温度差による熱応力も全体的に緩和することができ、大きな入熱が予想されるプロセスについても安定した状態で吸着対象、例えば基板を保持することができる。また基材をヒータなどの予備加熱手段で予め余熱しておくことで、吸着対象からの入熱による温度変化を低減し、誘電体膜と基材との熱膨張量

の差を少なくすることができ、温度変化に伴う応力集中を低減することができる。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態を図面に基づいて説明する。

【0022】図1は本発明の一実施形態を示す要部断面図である。図1において、静電吸着装置20は、例えば、プラズマCVD装置として用いられるプロセス処理装置1の真空処理チャンバ2（以下チャンバ2と略す。）内に設けられている。チャンバ2は、例えば、アルミ合金やステンレスなどを用いて箱型に形成されている。チャンバ2の底部には仕切弁3とともにターボ分子ポンプなどの真空排気ポンプが設けられており、チャンバ2内は真空排気ポンプ4によって真空排気されている。チャンバ2の上部には、ガス供給用のガス導入口5、6が形成されており、チャンバ2内にはガス導入口5、6から反応用のガスとして、例えば SiH_4 、 2O_2 、パージ用のガスとして窒素などが導入されるようになっている。またチャンバ2の側面には、半導体ウエハ9をチャンバ2内に搬入するための開口部7、仕切弁8が設けられている。仕切弁8は開口部7を開閉するようになっており、仕切弁8が開かれたときには、真空搬送機構である真空ロボット10により半導体ウエハ9が開口部7を介してチャンバ2内に搬入されるようになっている。そして搬入された半導体ウエハ9は静電吸着機構の付いた基板ホルダー11上に載置されて吸着保持されるようになっている。

【0023】基板ホルダー11は、静電吸着装置20、冷却ブロック30を備えて構成されており、冷却ブロック30が絶縁材31を介してチャンバ2の底部に固定されている。静電吸着装置20は、静電チャック21、基材22を備えており、静電チャック21の底部側に基材22が接合され、基材22の底部側に、基材22に入熱する熱量、例えば、プラズマ処理プロセスの熱量を冷却するための冷却ブロック30が接合されている。

【0024】静電チャック21は、図2に示すように、基材22上にメタライズ部37を介して一体に接合されている。この静電チャック21を形成するに際しては、まず、基材21上に、アルミナ系セラミックス材料を溶射法などにて誘電体膜24を薄膜状に形成する。この誘電体膜24上に、銅などの導電性材料による薄膜状の一对の電極23A、23Bを形成する。さらに、その上に、誘電体膜24と同じ材料の誘電体膜25を薄膜状に形成する。誘電体膜25の表面には吸着対象となる半導体ウエハ9を吸着するための吸着面として基板吸着面26が形成される。すなわち、誘電体膜25の表面には、半導体ウエハ9が直接載置されるため、誘電体膜25の表面には平滑処理の他に、半導体ウエハ（基板）9と誘電体膜25との間に、基板熱伝達用のガスを封入するためのギャップ36を形成する処理が行なわれる。このギ

ャップ36は、冷却用ガスを封入するための浅い溝状もしくは縞状のパターン35にしたがって形成される。このパターン35による溝の深さや縞の間隔、高さなどは冷却用ガス、例えば、Heのガス圧とともに静電吸着機構の伝熱冷却性能に大きく影響するため、これらのことを考慮してパターン35の形状を設定する必要がある。

【0025】各電極23A、23Bはそれぞれ櫛歯状に形成されて各櫛歯が交互に配置されており、一方の電極23Aは導入用リード27Aを介してチャンバ2の外部に引き出され、直流電源28Aのプラス電極に接続されている。他方の電極23Bは導入用リード27Bを介してチャンバ2の外部に引き出され、直流電源28Bのマイナス電極に接続されている。直流電源28A、28Bから各電極23A、23Bにそれぞれ直流電圧が印加されると、一方の電極23Aには正電荷が生じ、他方の電極23Bには負電荷が生じる。そして静電チャック21の基板載置面26上に半導体ウエハ9が載置されると、正負の電荷によって半導体ウエハ9中を電流が流れ、この結果として、クーロン力により半導体ウエハ9が基板載置面26上に吸着保持される。なお、電極としては正負一对の電極を用いることなく、単一の電極を用いることもできる。またプラズマCVD装置などにおいては、静電チャック21を有する静電吸着装置20自体が下部電極となり、チャンバ2の一部が対向上部電極となっている場合には、この下部電極は高周波電源32に接続される。

【0026】また、本実施形態において、静電チャック21の誘電体膜として、アルミナ（ Al_2O_3 ）に、他の金属または金属酸化物、セラミックスなどを混入したアルミナ系セラミックスを用いている。この理由は、アルミナ系セラミックスを用いて基板載置面26を形成すると、半導体ウエハ（シリコンウエハ）9の固有接触抵抗値（ Ωcm ）が大きく、導電性粒子や抵抗調整用の粒子を含む場合でも所用の静電吸着力を得るための抵抗率が得られるからである。

【0027】また、誘電体膜25上にパターン35を形成するに際しては、以下のことを考慮する必要がある。すなわち、半導体ウエハ9の入熱は半導体ウエハ9と基材22との間のガス冷却機構、静電チャック21と基材22の熱伝導を介して均一に伝導させてやる必要がある。しかし、半導体ウエハ9が大口径化してくると、半導体ウエハ9自身の変形、基材22の変形などが著しくなり、均一に冷却する必要が難しくなる。しかも、熱伝導を効率よく行うには、ガス冷却用のギャップ36をできるだけ狭くすることが有効になるが、大口径の場合にはその精度は著しく悪く、従来の機械加工やガラスビーズショットなどの方法では均一な加工は不可能に近い。これは、静電吸着機構の再現性や機種差にも大きく影響するため、パターン35の精度を向上させるには、パターン35を薄膜機構で形成したり、イオンビームミリン

グ法で形成することが有効である。

【0028】一方、基材22は、静電チャック21の支持ベースとなるだけでなく、半導体ウエハ9からの入熱を冷却ブロック30に伝熱冷却するために、冷却ブロック30と金属34を介して接合されている。このため、基材22としては、基材22と静電チャック21との熱応力を緩和させる機能の他に、基材22と冷却ブロック30との温度差による熱応力も緩和させる機能が必要である。さらに、熱応力、不平衡に伴う変形ひずみを阻止する構造体としての強度も兼ね備える必要がある。このため基材22を構成するに際しては、上述した点を考慮する必要がある。

【0029】具体的には、プラズマCVDなどの場合、半導体ウエハ9には $10\text{ W}/\text{cm}^2$ 程度の入熱があり、半導体ウエハ9のプロセス温度を 350°C とすると、ガス冷却時の静電チャック21表面の温度は、Heガス冷却部の熱伝導性にもよるが、 $250\sim 350^\circ\text{C}$ 近くになる。このような状態において、静電チャック21の誘電体膜24、25は数 100 ミクロンと薄いため、表裏の温度差は数 10 度程度と低く温度による影響はない。しかし、基材22の部分は当初は常温状態にあり、かつ熱容量が大きいので、半導体ウエハ9からの入熱ではすぐには温度が上がらない。すなわち、初期状態では、静電チャック21と基材22の温度が並行して上がらないため、両者の温度差が大きくなり、両者間の熱応力は急増する。このため、基材22部分をヒータなどの加熱手段を用いて予め加熱する方法を採用し、両者の温度差を小さくすることができる。一方基材22と静電チャック21との温度差の他に、静電チャック21、基材22の温度が上がると、それぞれ固有の熱膨張率による熱膨張を生じ、その熱膨張の差に応じて熱応力が発生する。

【0030】そこで、本実施形態においては、基材22を、アルミ系の複合材料をベースとして作成することとしている。すなわち、基材22をアルミ金属で構成した場合、アルミ金属の熱膨張係数、熱伝導率はそれぞれ 23×10^{-6} 、 $200\text{ W}/\text{m}^\circ\text{C}$ である。一方、静電チャック21の誘電体膜24、25としてのアルミナ膜の熱膨張係数、熱伝導率はそれぞれ 8×10^{-6} 、 $30\text{ W}/\text{m}^\circ\text{C}$ 程度であり、両者の間には熱膨張率差がある。しかも熱伝導性能を考えると、静電チャック21のアルミナ膜24、25は薄くしたほうがよい。このため、基材22をアルミ金属で構成し、静電チャック21のアルミナ膜25を薄く形成すると、約 100°C 程度の温度差でも膜応力は $100\text{ kg}/\text{cm}^2$ となり、アルミナ膜（誘電体膜）は剥がれてしまう。

【0031】そこで、本実施形態においては、基材22と静電チャック21との熱膨張係数の差を小さくするために、基材22に数ミクロン程度のSiCの細粒を混入させ、複合材によって基材22を構成することとしている。基材22をアルミ金属を主体とした複合材として構

成するに際しては、溶解アルミにSiCを混入させたり、SiCセラミックス中に溶解アルミを圧入させる方法を採用することができる。この場合、アルミ金属中に金属酸化物やセラミックスを混ぜ合わせる比率により、平均的な熱膨張係数が得られる。例えば、SiCを 50% 程度混ぜ合わせると複合材の熱膨張係数はおよそ 14×10^{-6} となり、 70% 程度混ぜ合わせると 8×10^{-6} 程度となる。SiCを 50% 混ぜ合わせた場合、静電チャック21の誘電体膜24、25と基材22の温度が 200°C 程度まで上昇すると、両者の熱膨張差により、 $100\text{ kg}/\text{cm}^2$ 以上の膜応力となる。したがって、使用するプロセスの半導体ウエハ9の温度により、静電チャック21の温度の上限を決めたり、混入する材料の比率を決めたりすることが必要である。ただし、SiCの比率があまり高くなると、複合化しにくくなる同じに、加工性も非常に悪くなったり、熱伝導性も低下する。

【0032】そこで、本実施形態においては、基材22内部の材料の組成を熱膨張率（熱膨張係数）にしたがって複数に分け、基材22のうち静電チャック21側の組成として熱膨張率が静電チャック21の熱膨張率に近いもので構成し、冷却ブロック30側の組成として熱膨張率が冷却ブロック30の熱膨張率に近いもので構成することを特徴としている。

【0033】具体的には、静電チャック21の誘電体膜24と接合される基材22側の複合材22Aの熱膨張係数を 10×10^{-6} 程度とし、両者間に作用する応力を緩和するようにしている。さらに複合材22Aに接合される複合材22Bの熱膨張係数を 14×10^{-6} 程度とし、複合材22Bに接合される複合材22Cの熱膨張係数を 18×10^{-6} 程度としている。すなわち、基材22は、3つの複合材22A、22B、22Cが積層されて構成され、各複合材22A、22B、22Cの熱膨張係数が段階的に変化するように構成されているので、基材22内部の熱応力を緩和することができる。またアルミで構成された冷却ブロック30に接合される複合材22Cの熱膨張係数が 18×10^{-6} 程度のため、複合材22Cと冷却ブロック30との熱膨張差による熱応力も低減することができる。

【0034】このように、本実施形態においては、基材22を熱膨張率が異なる複数の複合材22A、22B、22Cで構成し、複合材22Aの組成を熱膨張係数が静電チャック21の熱膨張係数に近いもので構成し、複合材22Cの組成を熱膨張率が静電ブロック30の熱膨張率に近いもので構成したため、基材22自身の熱変形、経年変化を低減することができる。このため、静電吸着装置20が $200\sim 300^\circ\text{C}$ の比較的高温の雰囲気中で用いられても、繰り返しの使用に耐えることができ、半導体ウエハ9が8インチや10インチなど大口径のもので構成されても耐久性の向上を図ることができる。

【0035】また、基材22は基材22そのものがアルミ系で構成されているため、熱伝導率は比較的問題になることは少ない。ただし、基材22をセラミックス系材料で形成した場合、熱伝導率がアルミ系に比べて小さいため、基材22と冷却ブロック30との間に大きな温度差が生じたり、大きな内部応力が発生する恐れがある。例えば、 $100\text{W}/\text{cm}^2$ の入熱を熱伝導率 $30\text{W}/\text{cm}^2$ のアルミナ複合材を通じて冷却すると、基材22の温度は 100°C になる。

【0036】また基材22を構成するに際しては、図3に示すように、熱膨張係数が複合材22A、22B、22Cと同じものとして、複合材38A、38B、38Cを個別に製作し、各複合材38A～38Cを積層して互いに接合する構成を採用することもできる。ただし接合剤、例えばろう剤の処理温度が基材22自身に残留熱応力を残すことがないように注意する必要がある。

【0037】また基材22と冷却ブロック30との温度差による変形応力が無視できない場合には、複合材38Bに溝状のスリット39を形成し、基材22と冷却ブロック30との温度差による応力を緩和させることもできる。

【0038】また冷却ブロック30の冷却水33に冷却水を流す代わりに、温水を流して基材22との温度差による応力を緩和させる方法を採用させることもできる。

【0039】また前記実施形態においては、冷却ブロック30の材料として、アルミニウムよりも熱膨張係数も小さい銅系材料を用いることもできる。この場合基材22の複合材38Bを省略することもできる。

【0040】また基材22自身をアルミ系複合材の代わりに、チタンなどの低膨張係数材料と他の材料を組み合わせ、基材内部の熱膨張係数が段階的に変化するような傾斜機能化して使用することも可能である。いずれの場合も、熱で変形、膨張による差を基材22自身で緩和させることができる。

【0041】また基材22を複合材で形成するに際しては、図5に示すように、アシスト用イオン源50の両側に配置されたスパッタ用イオン源51、52を用い、各イオン源51、52のイオン電流を制御することで、各ターゲット53、54から飛散されるスパッタ粒子の組成比を独自に、かつ連続的あるいは段階的に変更することで、精度のよい複合材で基材22を製作することができる。この場合、複合材からなる基材22の表面界面はイオンビームスパッタ法で形成されることになる。

【0042】静電チャック21の表面にパターン35による凹凸面を形成する場合、薄膜技法、例えばイオンミリング法を用いることで精度のよい表面加工が可能になる。例えば、図6に示すように、液晶大面積板用のエッチングや磁気ヘッド用のセラミックス加工に用いられるイオンミリング装置のイオン源からイオンビーム40を静電チャック21の表面に照射する。このとき静電チャック21の表面にはパターン35にしたがったレジスト41が塗布されており、イオンビーム40の照射によってレジスト41の一部41'、静電チャック21の一部21'が除去され、静電チャック21の表面には吸着面が精度よく形成される。

【0043】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、基材内部の材料の組成を熱膨張率にしたがって複数に分け、基材のうち静電チャック側の組成を熱膨張率が静電チャックの熱膨張率に近いもので構成し、冷却ブロック側の組成を熱膨張率が冷却ブロックの熱膨張率に近いもので構成したため、熱応力による変形を抑制することができ、吸着対象が大型になっても耐久性の向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態を示す要部断面図である。

【図2】静電吸着装置の要部断面図である。

【図3】基材の他の実施形態を示す断面図である。

【図4】基材の他の実施形態を示す断面図である。

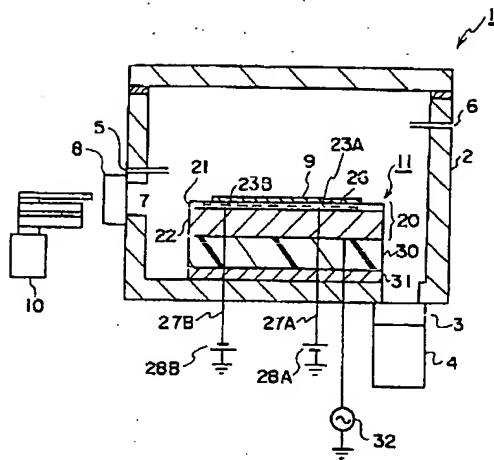
【図5】基材の製造方法を説明するための構成図である。

【図6】静電チャックの表面処理方法を説明するための図である。

【符号の説明】

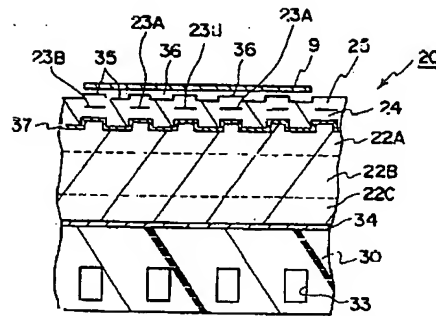
- 1 プロセス処理装置
- 2 真空処理チャンバ
- 3 仕切弁
- 4 真空排気ポンプ
- 5、6 ガス導入口
- 9 半導体ウエハ
- 10 真空ロボット
- 20 静電吸着装置
- 21 静電チャック
- 22 基材
- 23A、23B 電極
- 26 基板吸着面
- 28A、28B 直流電源

【図1】

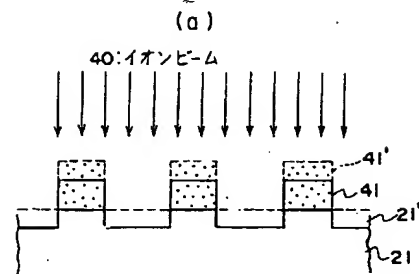


- 1: プロセス処理装置
- 2: 真空処理チャンバ
- 3: 半導体ウェハ
- 20: 静電吸着装置
- 21: 静電チャック
- 22: 基材
- 30: 冷却ブロック

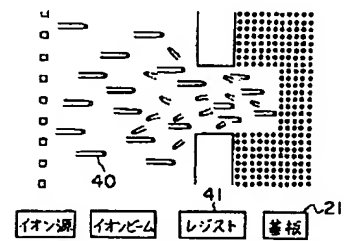
【図2】



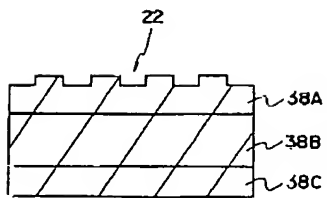
【図6】



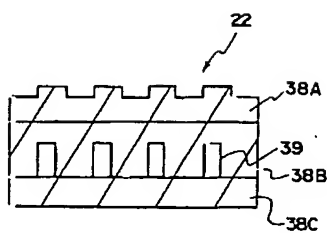
(b)



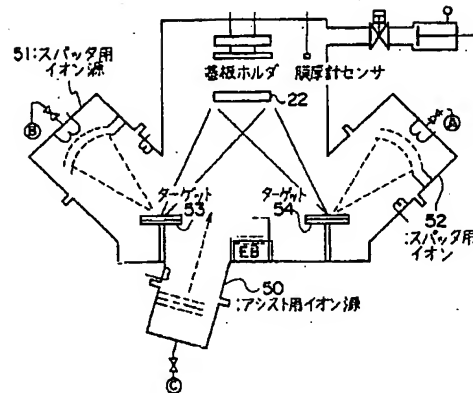
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 村上 元
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 菅野 誠一郎
茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日
立製作所機械研究所内

Fターム(参考) 5F031 CC12 FF03 KK06 KK07 KK08
LL02 MM01

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☒ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.